



Research Article

Pengaruh Studi Komparasi Performa Motor Bensin dengan Sistem Injeksi Air Melalui *Intake Manifold*

Apri Rahmadi^{1,*}, Mursalin¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Muhammadiyah Pontianak, Indonesia

*Corresponding author : apriahmadi2@gmail.com

Article History:

Online first:

31 July 2021

Keywords: Engine performance, water injection, Arduino Uno

Kata Kunci: Performa mesin, injeksi air, Arduino Uno

ABSTRACT

Motorcycles are the most populous motorized vehicles in Indonesia. Almost all of these motorcycles still use combustion engines as their driving force, so the development of combustion engine technology is still being carried out. One way to improve engine efficiency and performance and reduce exhaust emissions from the combustion engine is the water injection system. This study aims to compare the performance of an otto motor with pertalite fuel with and without water injection. The test was carried out on a single cylinder four stroke motorcycle engine with a capacity of 103 cc. The test machine is modified with a Port Water Injection (PWI) system which is controlled electronically using Arduino Uno. The fuel injector is used to mist high pressure water supplied by an electric pump. Water is injected into the intake manifold when the intake stroke occurs. The inertia dynamometer is used to measure the torque and power of the engine produced. The results show that the addition of a water injection system can increase engine torque and power. The average increase in power and torque was 9.37% and 8.45%, respectively.

ABSTRAK

Sepeda motor merupakan kendaraan bermotor yang paling banyak populasinya di Indonesia. Hampir seluruh sepeda motor tersebut masih menggunakan motor bakar sebagai penggeraknya, sehingga pengembangan teknologi motor bakar masih terus dilakukan. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dan performa mesin serta mereduksi emisi gas buang dari motor bakar adalah dengan sistem injeksi air. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa motor otto berbahan bakar pertalite dengan dan tanpa injeksi air. Pengujian dilakukan pada mesin sepeda motor empat langkah silinder tunggal berkapasitas 103 cc. Mesin uji dimodifikasi dengan sistem *Port Water Injection (PWI)* yang dikontrol secara elektronik menggunakan Arduino Uno. Injektor bahan bakar digunakan untuk mengkabutkan air bertekanan tinggi yang disuplai oleh sebuah pompa listrik. Air

diinjeksikan pada *intake manifold* saat langkah hisap terjadi. *Inertia dynamometer* digunakan untuk mengukur torsi dan daya mesin yang dihasilkan. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan sistem injeksi air dapat meningkatkan torsi dan daya mesin. Kenaikan rata-rata yang terjadi pada daya dan torsi masing-masing sebesar 9.37% dan 8.45 %.

PENDAHULUAN

Populasi kendaraan bermotor di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Sejak tahun 2017 hingga 2019, populasi kendaraan bermotor mengalami kenaikan kisaran 5% setiap tahunnya [1]. Pada tahun 2019, populasi kendaraan bermotor mencapai lebih dari 133 juta unit. Dari semua tipe kendaraan bermotor yang ada, sepeda motor merupakan tipe kendaraan yang paling banyak populasinya dengan persentase sebesar 84.4 % [2]. Sepeda motor yang beredar di Indonesia hampir seluruhnya masih menggunakan motor bakar sebagai penggerak. Masih banyaknya penggunaan motor bakar tersebut, maka pengembangan teknologi motor bakar masih terus dilakukan. Pengembangan tersebut bertujuan untuk menghasilkan mesin yang memiliki efisiensi, performa dan misi gas buang yang lebih baik. Untuk meningkatkan efisiensi dan performa mesin serta mereduksi emisi gas buang dari motor bakar bisa dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan sistem injeksi air [3].

Pada sistem injeksi air, proses pemasukan air bisa dilakukan melalui saluran masuk atau dikenal dengan istilah *Port Water Injection (PWI)*, bisa juga dimasukkan langsung ke dalam ruang bakar yang disebut *Direct water Injection (DWI)* [4]. Injeksi air pada saluran masuk akan mendinginkan campuran udara masuk sehingga membuat udara yang masuk menjadi lebih padat sehingga menghasilkan tenaga yang lebih besar. Air yang diinjeksikan langsung pada ruang bakar mengarahkan ke fase pembakaran yang lebih dingin, diikuti dengan penurunan suhu gas buang [5].

Siddik, Ranto dan Rohman [6] mengaplikasikan sistem injeksi air pada sebuah sepeda motor empat langkah silinder tunggal berkapasitas 100 cc. Air dari tangki penampungan dihisap menggunakan selang kecil yang bagian ujungnya masuk ke intake manifold. Jarum suntik tipe 21 G dengan diameter 0.8 mm digunakan sebagai injektor. Masuknya air ke *intake manifold* hanya berdasarkan hisapan dari mesin. Penggunaan sistem injeksi air tersebut dapat menurunkan konsumsi bahan bakar hingga mencapai 10.65 %. Sunaryo [7] melakukan penelitian dengan sistem injeksi yang serupa, hasilnya didapatkan bahwa penggunaan injeksi air dapat meningkatkan torsi yang dihasilkan sebesar 4.09%. Sukartono dan Harjono [8] melakukan penelitian dengan memasukkan air dalam bentuk uap melalui pipa kapiler berdiameter 0.2 mm ke dalam *intake manifold*, hasilnya menunjukkan bahwa metode tersebut dapat meningkatkan torsi dan daya yang dihasilkan mesin.

Penerapan injeksi air untuk sepeda motor yang telah dilakukan peneliti terdahulu masih sebatas menggunakan jarum suntik sebagai injektornya. Hal tersebut mengakibatkan proses pengabutan air kurang maksimal sehingga perlu alternatif lain seperti menggunakan injektor bahan bakar untuk menginjeksikan air dengan tekanan tinggi. Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efek penggunaan sistem injeksi air dengan injektor yang dikontrol secara elektronik dengan kondisi tanpa menggunakan injeksi air.

METODE PENELITIAN

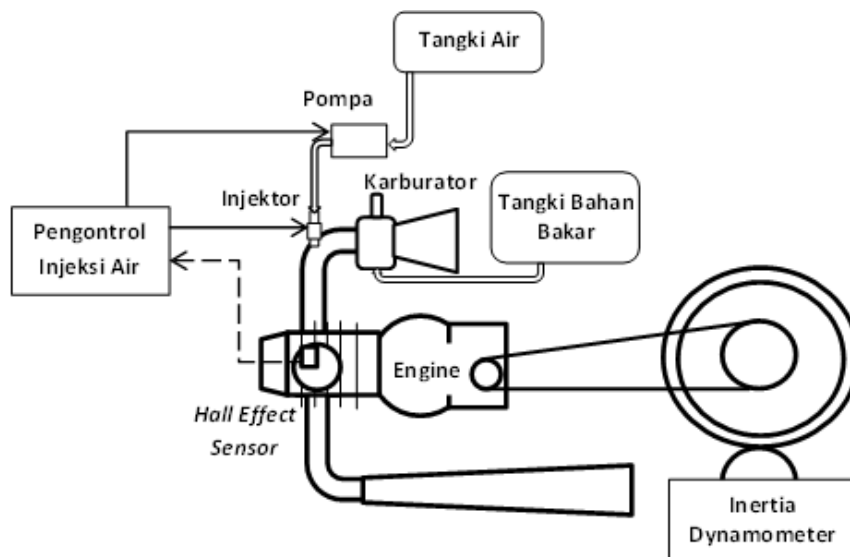
Eksperimen dilakukan pada mesin sepeda motor 4 langkah silinder tunggal berkapasitas 103 cc. Mesin tersebut dimodifikasi dengan penambahan sistem injeksi air. Adapun spesifikasi mesin yang digunakan pada penelitian ini seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin uji

Item	Parameter
Tipe mesin	: 4 langkah silinder tunggal
Volume silinder	: 103 cc
Diameter x Langkah	: 51.5 x 49.5 mm
Sistem bahan bakar	: Karburator
Sistem pengapian	: CDI-AC
Sistem pendingin	: Udara alami
Perbandingan kompresi	: 9.1:1
Torsi maksimum	: 7.55 Nm / 6000 rpm
Daya maksimum	: 7.49 HP / 8000 rpm

Mesin uji dimodifikasi dengan penambahan sistem injeksi air. Air dari tangki dialirkan oleh pompa air listrik dengan tekanan 4 bar, kemudian diinjeksikan melalui *intake manifold* oleh sebuah injektor. Volume air yang diinjeksikan diatur berdasarkan durasi injektor membuka setiap satu siklus proses pembakaran. Durasi bukaan injektor yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.4 milidetik per siklus. Penginjeksian air dilakukan saat terjadi langkah hisap sehingga diharapkan air yang dikabutkan dapat masuk secara bersamaan dengan campuran bahan bakar dan udara. Untuk mengatur durasi dan waktu pembukaan injektor, ditambahkan sistem kontrol berbasis Arduino yang mendapatkan masukan dari *hall effect sensor*. *Hall effect sensor* tersebut akan membaca kondisi kapan langkah hisap terjadi berdasarkan posisi roda gigi *sprocket* penggerak *camshaft*.

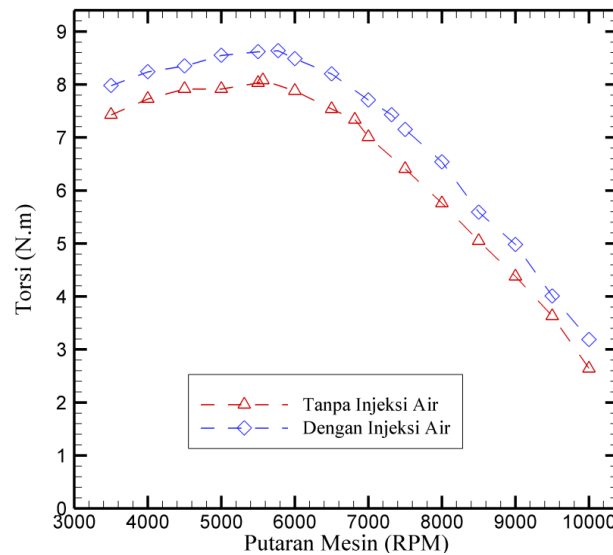
Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sepeda motor di atas mesin *inertia dynamometer*. Bahan bakar pertalite digunakan dalam pengujian tersebut, dengan *range* pengujian pada putaran mesin 3000 – 10000 rpm. Pengujian pertama dilakukan dalam kondisi standar, dilanjutkan pengujian kedua dengan penambahan injeksi air. Dari alat uji tersebut didapatkan data berupa torsi dan daya mesin. Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema pengujian

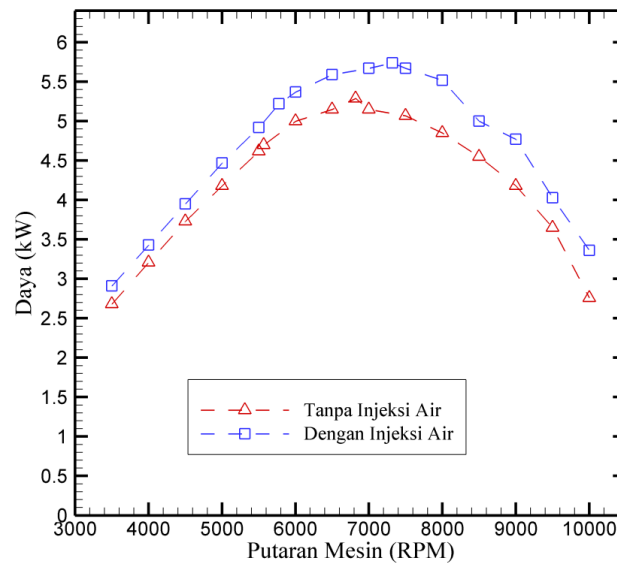
HASIL DAN DISKUSI

Hasil pengujian performa mesin yang dilakukan di atas inertia dynamometer menghasilkan data keluaran berupa torsi dan daya mesin.



Gambar 2. Grafik torsi terhadap putaran mesin

Grafik hubungan torsi terhadap putaran mesin pada variasi pengujian tanpa dan dengan injeksi air dapat dilihat pada Gambar 2. Secara umum, torsi mesin yang dihasilkan memiliki tren yang sama. Torsi mesin yang dihasilkan mengalami kenaikan sampai kondisi maksimum pada putaran mesin rendah sampai menengah, kemudian mengalami penurunan pada saat putaran mesin menengah sampai putaran mesin tinggi. Penurunan torsi pada putaran tinggi tersebut bisa disebabkan beberapa hal, seperti efisiensi volumetris yang rendah saat putaran mesin tinggi. Efisiensi volumetris merupakan perbandingan antara jumlah udara yang masuk ke dalam silinder pada kondisi sebenarnya dengan pada kondisi ideal [9]. Saat putaran mesin tinggi, proses buka tutup katup terjadi sangat cepat sehingga jumlah udara yang masuk menjadi sedikit. Dari grafik tersebut dapat dilihat juga pengaruh penggunaan injeksi air terhadap torsi yang dihasilkan mesin. Penambahan air yang dikabutkan melalui injektor pada *intake manifold* ternyata dapat meningkatkan torsi yang dihasilkan pada semua rentang putaran mesin. Kenaikan torsi yang dihasilkan tersebut rata-rata mencapai 9.37 %. Peningkatan tersebut terjadi karena dengan menginjeksikan air ke dalam *intake manifold* akan menurunkan temperatur udara yang masuk. Temperatur udara yang lebih rendah menghasilkan kerapatan udara yang lebih tinggi sehingga kandungan oksigen yang masuk ke ruang bakar semakin banyak. Dengan bertambahnya kandungan oksigen yang masuk ke ruang bakar, maka proses pembakaran menjadi lebih baik dan hasilnya akan meningkatkan torsi yang dihasilkan. Peningkatan torsi mesin sebagai efek dari penambahan injeksi air senada dengan yang dilaporkan oleh Sunaryo [7].



Gambar 3. Grafik daya terhadap putaran mesin

Grafik hubungan daya terhadap putaran mesin pada variasi pengujian tanpa dan dengan injeksi air dapat dilihat pada Gambar 3. Daya mesin mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan putaran mesin sampai tercapai daya maksimum, jika putaran mesin dinaikkan sampai putaran mesin maksimum maka daya akan mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena pada saat putaran mesin tinggi jumlah campuran bahan bakar dan udara lebih sedikit karena katup yang membuka dan menutup terlalu cepat. Pada gambar 3. tersebut dapat dilihat pula bahwa daya yang dihasilkan mesin saat menggunakan injeksi air mengalami peningkatan pada semua rentang putaran mesin. Kenaikan daya rata-rata yang terjadi sebesar 8.45 %. Di sisi lain, penambahan injeksi air juga dapat meningkatkan daya maksimum yang dihasilkan mesin, dari 5.29 kW menjadi 5.74 kW atau mengalami kenaikan sebesar 10.15 %. Peningkatan daya akibat dari penggunaan injeksi air sesuai dengan yang dilaporkan oleh Ghazal dan Borowski [10]. Hal tersebut bisa terjadi karena dengan memasukkan kabut air ke dalam silinder, maka akan menurunkan tekanan pada saat langkah kompresi sehingga tenaga yang terbuang saat langkah kompresi menjadi lebih sedikit. Di sisi lain, kabut air masuk ke ruang bakar akan menguap saat proses pembakaran sehingga uap tersebut akan membantu proses ekspansi saat langkah kerja.

KESIMPULAN

Eksperimen studi komparasi aplikasi injeksi air melalui *intake manifold* pada motor bensin telah dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan injeksi dapat meningkatkan torsi dan daya mesin. Kenaikan rata-rata torsi dan daya mesin sebesar 9.37% dan 8.45%. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi injeksi air melalui *intake manifold* dapat meningkatkan performa motor bensin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaikindo, "Hasil Sensus BPS: Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia Tembus 133 Juta Unit," *Gaikindo.or.Id*, 2021. [Online]. Available: <https://www.gaikindo.or.id/data-bps-jumlah-kendaraan-bermotor-di-indonesia-tembus-133-juta-unit/>. [Accessed: 18-Jun-2021].
- [2] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2008," 2009. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>. [Accessed: 18-Jun-2021].

- [3] W. Mingrui, N. Thanh Sa, R. F. Turkson, L. Jinping, and G. Guanlun, "Water injection for higher engine performance and lower emissions," *J. Energy Inst.*, vol. 90, no. 2, pp. 285–299, 2017.
- [4] S. Falfari, G. M. Bianchi, G. Cazzoli, C. Forte, and S. Negro, "Basics on Water Injection Process for Gasoline Engines," *Energy Procedia*, vol. 148, no. Ati, pp. 50–57, 2018.
- [5] S. Zhu *et al.*, "A review of water injection applied on the internal combustion engine," vol. 184, no. October 2018, pp. 139–158, 2019.
- [6] M. Siddik T S, Ranto, and N. Rohman, "Pengaruh Penggunaan Water Injection dan Jenis Bahan Bakar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Honda Supra Fit Tahun 2006," 2006.
- [7] Sunaryo, "Aplikasi Water Injection System Terhadap Performa Kendaraan Bermotor," *J. PPKM II*, pp. 84–90, 2015.
- [8] Sukartono and Harjono, "Pengaruh Injeksi Uap Air Terhadap Daya dan Torsi Pada Sepeda Motor," pp. 36–38, 2013.
- [9] E. Saputra and Sunaryo, "Studi Komparasi Performa Mesin SI Berbahan Bakar Pertalite dan Plastic Pyrolysis Oil (PPO)," vol. 1, no. 1, pp. 12–18, 2021.
- [10] O. Ghazal and G. Borowski, "Effect of Water Injection on SI Engine Performance and Emissions," vol. 14, no. 5.